DOCUMENT NUMBER	
IDENTIFICATIVO	CIRA-UM-04-293
REV.	0

DEPARTMENT DIPARTIMENTO	PROJECT PROGETTO	JOB COMMESSA	DISTRIBUTION STATEMENT NATURA DOCUMENTO
LMSA	4B	30.9050.0000	LIBERA
NO. OF PAGES N. PAGINE 4+19	ARCHIVE-POSITION ARCHIVIO-POSIZIONE	FILE NAME CIRA LISA USER MANUAL	SOFTWARE

TITLE
TITOLO

CIRA LISA USER MANUAL

PREPARED PREPARATO	REVIEWED VERIFICATO	APPROVED APPROVATO	AUTHORIZED AUTORIZZATO
EDITOR L. MARTIRE M. IGNARRA O. MINIERI	L. VECCHIONE	L. VECCHIONE	M. CAVALIERE
DATE/DATA 22/06/04	DATE/DATA 22/06/04	DATE/DATA 22/06/04	DATE/DATA 23.06.04

DOCUMENT NUMBER	
IDENTIFICATIVO	CIRA-UM-04-293
REV.	0

AUTHORS : **L. MARTIRE, M. IGNARRA, O. MINIERI**
AUTORI :

TITLE :
TITOLO :

CIRA LISA USER MANUAL

ABSTRACT :

Il presente documento descrive le caratteristiche tecniche dell'impianto LISA e la relativa strumentazione.

KEYWORDS :
PAROLE CHIAVE : **LISA, User Manual**

DISTRIBUTION RECORD
LISTA DI DISTRIBUZIONE

DEPT.	NAME	*	DEPT.	NAME	*	DEPT.	NAME	*
PRES	PROF. S. VETRELLA		ACQU	ING. F. TAMMARO				
DIGE	ING. M. CAVALIERE		SLTS	ING. P. CANGIANO				
SCDA	SIG. G. DI MARTINO							
PMAE	DOTT. M. FARIOLI							
PERS	SIG. A. SIGNORE							
MOSP SISV	ING. L. VERDE							
MOSP LCFD	ING. M. AMATO							
MOSP ATER	ING. S. BORRELLI							
LMSS	ING. S. CARISTIA							
PMAS	ING. G. RUSSO							
SINF	DOTT. P. SCHIANO							
AMFI	DOTT. C. RUSSO							
LMSA PMAA	ING. L. VECCHIONE							

* *PT = PARTIAL*
A = ALL

INDICE

1.0 INTRODUZIONE

Il Laboratorio per prove di Impatto di Strutture Aerospaziali (LISA), è destinato alla esecuzione di:

- prove di impatto ad alta energia su suolo o su acqua
- prove di ammaraggio forzato e di atterraggio di emergenza su terreno soffice di aeromobili.

Il laboratorio LISA svolge attività di ricerca e di "servizio" nel settore aeronautico e spaziale, per la dimostrazione, qualifica, certificazione di aeromobili, componenti strutturali ed equipaggiamenti in caso d'impatto ad alta energia su superfici solida, soffice ed acqua.
L'impianto è caratterizzato da un grado di affidabilità tale da rendere estremamente improbabile il rischio di fallimento totale della prova senza rilevamento o con perdita dei dati di prova.
Questo documento descrive le caratteristiche e le prestazioni tecniche dell'impianto, la relativa strumentazione e le procedure operative.
L'impianto è situato a Capua (CE – Italia), a circa 50 Km a Nord di Napoli.

Fig. 1: Impianto LISA

2.0 ACRONIMI

ACU	Unità di Controllo e Acquisizione
AP	Articolo/Oggetto di Prova
CMWS	Stazione di Lavoro di Controllo e Monitoraggio
GCU	Unità di Controllo a Terra
GMI	Grande Macchina di Prova
LISA	Laboratorio Impatto Strutture Aerospaziali
LIU	Unità d'interfaccia locale
MAA	Macchina di Ammaraggio forzato e Atterraggio in emergenza
SAD	Sistema Acquisizione Dati
SAR	Sistema di Aggancio/Rilascio dell'oggetto di prova
SCU	Unità Centrale di Sicurezza
SMC	Sistema di Monitoraggio e Controllo
SRV	Sistema di Ripresa Veloce
OBACS	Sistema di Controllo dell'Acquisizione a Bordo

3.0 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

I macro-sistemi che costituiscono l'impianto di prova (Fig. 2) sono suddivisi essenzialmente in quattro gruppi:

- le due Macchine di Prova: Macchina di Impatto per Prove di Impatto e la Macchina di Ammaraggio Atterraggio per Prove di Ammaraggio Forzato ("ditching") e di Atterraggio di Emergenza;
- il Sistema di Accelerazione in comune tra le due macchine;
- il Sistema di Sollevamento
- il Sistema di Monitoraggio e Controllo .
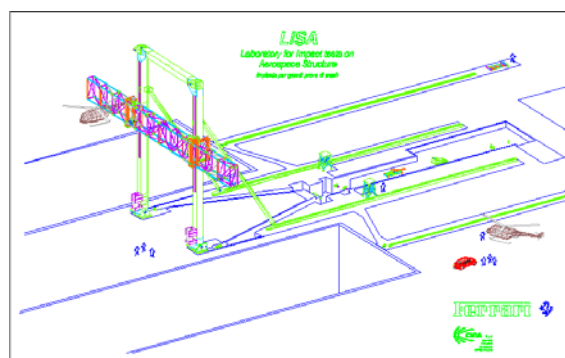
Fig. 2: Schema macro sistemi LISA

3.1 MACCHINA DI IMPATTO

Le "Prove di Impatto" sono quelle prove, nelle quali l'oggetto di prova viene portato, con angoli e velocità precedentemente definiti, ad urtare contro una delle tre seguenti superfici d'impatto disponibili:

superficie dura, soffice ed acqua. Le macrostrutture che costituiscono la Macchina di Impatto (GMI, Fig. 3) sono:

- il Portale (Fig.4)
- il Carrello (Fig.5)
- il Sistema di Accelerazione del Carrello
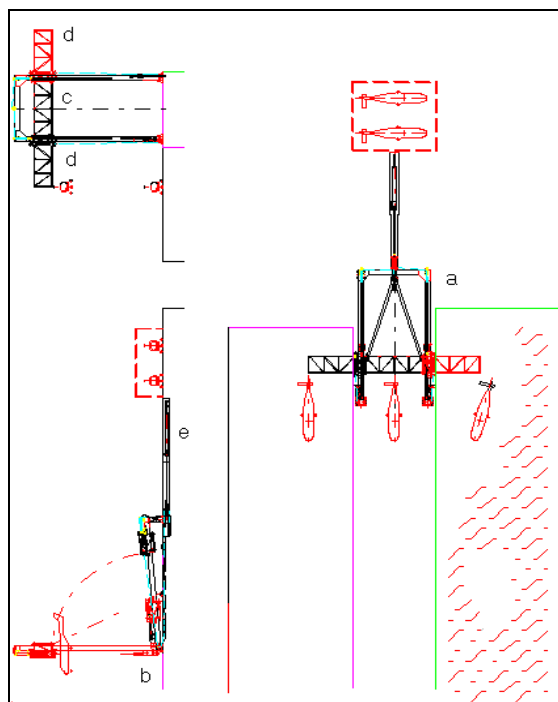
Fig.3: Macchina di Impatto

3.1.1 Portale

Il portale (Fig. 4) costituisce la guida al moto del carrello e quindi determina, con le sue caratteristiche geometriche e di rigidezza e con l'angolo che esso assume rispetto alla superficie d'impatto orizzontale, la traiettoria dell'oggetto di prova. Esso è composto da un telaio vincolato al suolo tramite due cerniere. L'inclinazione del telaio è ottenuta mediante una coppia di attuatori oleo-pneumatici a doppio sfilo e doppio effetto per il sollevamento da 5° a 20° e da una coppia di sistemi Jacking System (bruco) per il sollevamento da 20° a 90°. Nella posizione più bassa (5 gradi "posizione di stazionamento") il telaio è appoggiato su due torri di sostegno.
Completano il portale, il sistema di sollevamento del carrello, costituito da un verricello idraulico solidale al telaio ed il sistema di frenatura del carrello, costituito da una coppia d'attuatori oleopneumatici.
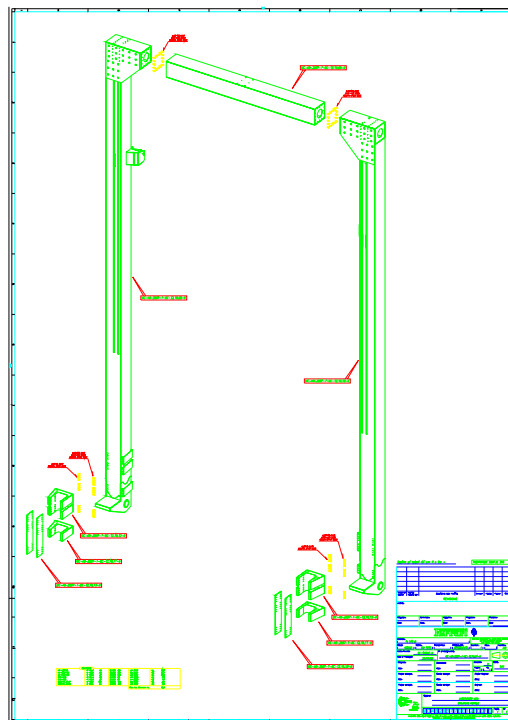
Fig. 4: Portale

3.1.2 Carrello

Il Carrello (Fig. 5) è la macrostruttura che, scorrendo lungo i piedritti del portale, porta, vincolato in posizioni ed in assetti diversi, l'oggetto di prova. Esso è costituito da un telaio a traliccio della lunghezza di 28.3 metri al quale possono essere collegate due ali esterne, ciascuna lunga 6.5 m per una lunghezza complessiva di 41.4 metri. Lo scorrimento del carrello lungo il portale è garantito da sedici ruote di tipo aeronautico, con i pneumatici gonfiati alla massima pressione d'esercizio.
Lo sgancio del carrello è comandato mediante il sistema di controllo ed attivato da un sistema oleodinamico dotato di sicure meccaniche contro lo sgancio accidentale.
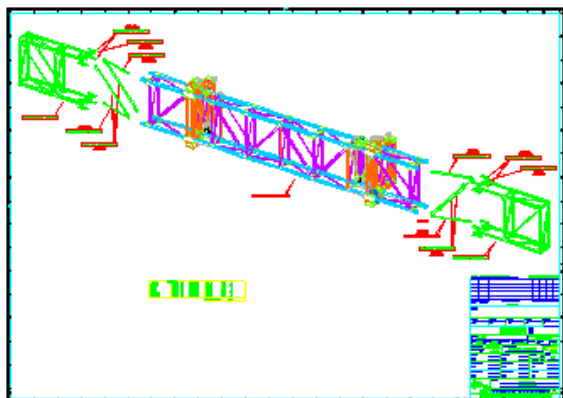
Fig. 5: Carrello di Crash con ali smontabili

Il sincronismo dello sgancio è assicurato dal circuito idraulico che presenta in serie i due attuatori, per cui il ritardo sullo sgancio tra i due ganci è trascurabile. Quando il carrello raggiunge una prestabilita posizione, con l'oggetto da provare prossimo all'impatto, avviene lo sgancio.

3.1.3 Prestazioni nominali

L'inviluppo operativo dell'impianto LISA, per quel che concerne la Grande Macchina d'Impatto, è riportato nella Tabella 1.

Massa dell'articolo di prova	max da 10 a 20 tons
Angolo d'impatto	Da 5° a 90°
Velocità d'impatto	Fino a 20 m/s
Assetto dell'articolo di prova	Nessun limite potenziale
Accuratezza angolo d'impatto	± 1°
Accuratezza Velocità	± 5%

Tab. 1: Inviluppo Operativo GMI

3.1.4 Prestazioni misurate

Nella grafico che segue (Fig. 6) sono diagrammati i dati sperimentali sinora acquisiti delle velocità raggiunte dal carrello, a partire da diverse altezze, per differenti angolazioni del portale. Per angoli del portale α=5° si è fatto ricorso al sistema di accelerazione, mentre per angoli compresi tra 10° e 90° le velocità sono state raggiunte per caduta libera del carrello.
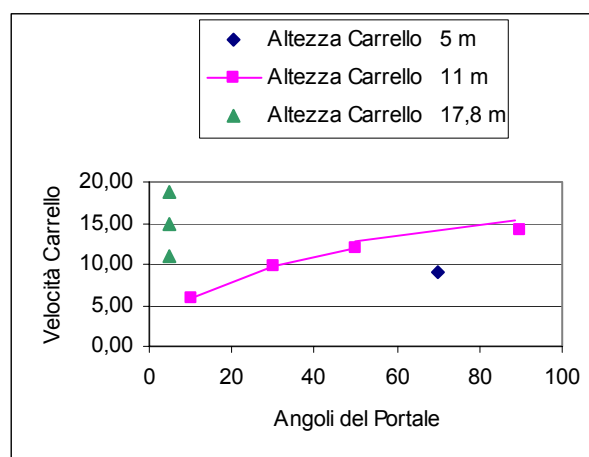
Fig. 6: Grafico Velocità-Angolo di Prova

3.2 MACCHINA DI AMMARAGGIO - ATTERRAGGIO

La Macchina di Ammaraggio forzato ed Atterraggio di emergenza (MAA) è costituita da:

- un carrello,
- i binari,
- il sistema di frenatura del carrello ditching.

Il carrello è un telaio su ruote, vincolato, mediante perni folli, a binari di sezione IPE. Esso è accelerato mediante il medesimo sistema di accelerazione della GMI: con una corsa di 36 metri può essere accelerato fino alla velocità max operativa di 30 m/s. Il carrello è dimensionato per sostenere un peso massimo operativo di 1000 kg. Dopo lo sgancio dell' AP, esso è frenato da un sistema di frenatura in grado di arrestarlo alla velocità di 30 m/s nello spazio di circa 2 m. Il sistema di frenatura

è costituito da una coppia di cilindri con pistone collegati ad un sistema oleopneumatico. All'estremità del pistone è montato un cilindro attenuatore, avente l'effetto di smorzare l'urto fra il carrello ed il pistone e di eliminare il picco di accelerazione del pistone.
Il carrello è facilmente smontabile, in modo da poter adoperare la stessa attrezzatura sia per le prove di ammaraggio, sia per quelle di atterraggio.

3.3 SUPERFICI DI IMPATTO

Per le prove di impatto sono previste tre superfici con differenti caratteristiche:
- Superficie dura;
- Superficie soffice;
- Vasca per prove in acqua.

3.3.1 Superficie Dura

La superficie dura, che permette di simulare impatti su piste di aeroporto, consiste in un' area a forma rettangolare di dimensioni 90 x 22 m. Nel senso della lunghezza sono distinguibili tre differenti zone :

a) parte immediatamente sottostante il portale (lunga 25 m), per impatti al elevato angolo (20÷90 gradi), costituita da pavimento industriale su piastra in c.a. vincolata a pali trivellati di sottofondazione;
b) parte successiva alla prima (lunga 28 m), per impatti a basso angolo (≤20 gradi), costituita da pavimento industriale su piastra in c.a. vincolata a pali trivellati di sottofondazione;
c) parte necessaria all'arresto dell'oggetto di prova (lunga 37 m), costituita da pavimentazione tipo industriale.

3.3.2 Superficie soffice

La superficie soffice permette di simulare sia impatti ad alta energia, sia atterraggi d'emergenza su differenti terreni incoerenti (erba, sabbia, terreno arato, ecc.). Essa è costituita da una zona a forma rettangolare 90 x 22 m. Le pareti della vasca sono in calcestruzzo armato e consentono la sostituzione del materiale di riempimento.

Fig. 7: Crash test su erba eseguito con elicottero AB204

3.3.3 Vasca per Prove in Acqua

La Vasca serve sia per le prove di impatto in acqua sia per le prove di ammaraggio forzato (ditching). Essa ha dimensioni di 95 m di lunghezza x 22 m di larghezza con profondità di 5 m. La vasca è realizzata con pareti di calcestruzzo armato e provvista di recinzione di protezione lungo tutto il suo perimetro con due accessi d'emergenza.

Fig. 8: Impatto in acqua - elicottero WG30

3.4 TIPI ED ARTICOLI DI PROVA

Di seguito sono riportate le differenti tipologie di prova che è possibile effettuare sull'impianto LISA. Per le sue caratteristiche tecniche, l'impianto è in grado di eseguire prove sia su velivoli in scala al vero (elicotteri, velivoli dell'aviazione generale UAV) che in scala ridotta nel caso di prove di atterraggio di emergenza ed ammaraggio forzato.
In particolare, LISA si offre ad un potenziale utilizzo da parte di:

- enti di certificazione aeronautica interessati ad attività di ricerca pre-normativa,
- grandi aziende aeronautiche manifatturiere nel settore dell'ala fissa e dell'ala rotante,
- piccole e medie aziende manifatturiere aeronautiche interessate allo sviluppo e produzione di strutture aeronautiche e componenti (eg. tronchi di fusoliera, sottopavimenti, galleggianti)
- grandi aziende aerospaziali interessate alla qualifica di payload e sistemi di protezione del payload in caso di crash.

Lo spettro di capacità offerte da LISA consente di coprire le tematiche di sviluppo, qualifica e certificazione previste nel settore della sicurezza passiva di elicotteri, velivoli ad ala fissa ed aeromobili in genere (UAV, etc.).

3.5 CERTIFICAZIONE ENAC

Nel 2003, l'Ente Nazionale Aviazione Civile (ENAC) ha rilasciato il certificato di idoneità tecnica del laboratorio LISA accreditando lo specifico metodo di prova utilizzato per gli studi d'impatto al suolo di strutture aerospaziali.

3.6 ALTRE CAPACITA' DEL LABORATORIO

Grazie alla disponibilità di macchine per la ripresa veloce, il laboratorio è in grado di gestire una campagna di prove per la qualifica ad impatto volatile di "canopy" e "windshield". In questo caso, le dotazioni di calcolo di cui dispone CIRA consentono anche la simulazione numerica del fenomeno d'impatto.

Fig. 9: "Bird impact test" sul canopy dell' elicottero AB139

4.0 SISTEMI DELL'IMPIANTO

4.1 SISTEMI SUL PORTALE

Si identificano per il portale i seguenti sistemi:

- sistema di sollevamento del portale a mezzo cilindri telescopici;
- sistema di sollevamento del portale a mezzo jacking system;
- sistema di sollevamento del carrello;
- sistema di frenatura del carrello.

4.1.1 Sistema di sollevamento del portale a mezzo cilindri telescopici

Il sollevamento ed il mantenimento in posizione del portale tra 5° e 20° sono assicurati da due coppie d'attuatori oleodinamici a doppio sfilo e a doppio effetto. Si è reso necessario prevedere, accanto al jacking system ($20° < \alpha < 90°$), questa coppia di cilindri, in quanto lavorano con un braccio di leva più favorevole agli angoli più bassi ($5° < \alpha < 20°$), in modo da non sovraccaricare i cilindri jacking system, il binario ed i puntoni. La mandata è assicurata da una pompa doppia ad ingranaggi, che comanda ciascun

attuatore ed il cui inserimento è comandato da un elettro-distributore ed alimentata da un motore elettrico da 22 KW.
Il circuito idraulico dei cilindri è protetto contro sovraccarichi anomali da valvole di massima pressione. La simmetria della spinta per ciascuna coppia di attuatori è assicurata dall'utilizzo di una pompa ad ingranaggi per ciascun cilindro, mentre il bloccaggio dei cilindri, nella prefissata posizione, è ottenuta grazie a valvole di over-center.
Come ulteriore sicurezza sono stati inseriti comandi locali in caso di avaria del SMC o per effettuare manutenzioni.

4.1.2 Sistema di sollevamento del portale a mezzo jacking system

Il sollevamento ed il mantenimento in posizione del portale tra 20° e 90° è assicurato per mezzo di due coppie di slitte, sulle quali sono montate due coppie d'attuatori oleodinamici a doppio effetto. Le slitte scorrono su binari (sezione doppio T) con il principio del "bruco" e, tramite sistemi di bloccaggio idraulici e meccanici, effettuano il sollevamento del portale a cui sono collegate tramite puntoni rigidi di sezione 600m e spessore 12.5mm.
Il circuito idraulico dei cilindri è protetto contro sovraccarichi anomali da valvole di massima pressione. La simmetria della spinta per ciascuna coppia di attuatori è assicurata dalla precisione delle pompe ad ingranaggi poste sulle coppie di slitte, mentre il bloccaggio dei cilindri, nella prefissata posizione, è ottenuta grazie a valvole di overcenter.
Il bloccaggio delle slitte, per permettere il movimento "bruco", od il bloccaggio di posizionamento del portale, può essere effettuato sia per mezzo di blocchi meccanici, sia idraulici.
Come ulteriore sicurezza sono stati inseriti comandi locali in caso di avaria del SMC o per effettuare manutenzioni. E' possibile, inoltre, effettuare il bloccaggio meccanico dei freni.

Il sistema di sollevamento provvede all'innalzamento del carrello, per ogni inclinazione del portale, dalla sua condizione di riposo, in appoggio sui cilindri di frenatura, fino alla quota richiesta dalla prova ed al successivo sostegno del carrello nelle fasi immediatamente precedenti il "run" di prova.

Fig. 10: Jacking System (bruco)

4.1.3 Sistema di sollevamento del carrello di crash

Il sistema è costituito da un verricello montato al centro della traversa del portale e da due cavi, uno proveniente da destra e l' altro da sinistra, che provvedono con un sistema di taglie al sollevamento del carrello. Ciascuno dei due cavi gira attorno ad una testa, solidale con il telaio del portale, per poi agire in quarta taglia su di un bozzello che è libero di scorrere lungo delle guide vincolate ai piedritti del portale. Il bozzello è a sua volta vincolato al carrello tramite il sistema di sgancio del carrello. Questa soluzione permette il sollevamento ottimale indipendentemente dalla posizione dell' elemento in prova.

4.1.4 Sistema di frenatura del carrello di crash

Il sistema di frenatura serve per fermare il carrello al termine della sua caduta dopo che l'oggetto di prova è stato sganciato.

Tale sistema è costituito da una coppia di cilindri collegati ad un sistema oleopneumatico in grado di arrestare il carrello da una velocità massima di 20 m/s nello spazio di circa 2 m, con una decelerazione massima di 12.5 g.
Nelle condizioni di frenatura, il carrello è senza il carico di prova, le due ali esterne per il montaggio del pezzo in prova all'esterno del portale possono essere montate in base alle esigenze, ma è indispensabile che il carrello sia in condizioni praticamente simmetriche.
Lo schema idraulico del freno è costituito da un cilindro, un pistone, un complesso di valvole di non ritorno ed un accumulatore. All'estremità del pistone è montato un cilindro (attenuatore) in lega leggera, il quale si deforma a carico costante con l'effetto di smorzare l'urto fra il carrello ed il pistone e di eliminare il picco di velocità iniziale del pistone. Fra la camera del pistone e l'accumulatore si ha un numero elevato di valvole di non ritorno in modo da ridurre drasticamente gli inconvenienti dovuti alla mancata chiusura di una di esse. Accanto alle valvole di non ritorno esiste una strozzatura libera, dimensionata in modo da permettere la distensione del freno nel tempo di un minuto. Il complesso valvole è assemblato in un unico pezzo; il cilindro e l'accumulatore sono flangiati sullo stesso pezzo.

4.2 SISTEMI SUL CARRELLO

4.2.1 Sistema di sgancio del carrello

Il sistema di sgancio vincola il carrello alle funi di sollevamento solidali con il portale. E' costituito da due ganci che collegano il carrello con il bozzello del sistema di sollevamento.
Lo sgancio del carrello, per provocarne la caduta, avviene per l'apertura contemporanea dei due ganci di collegamento con il bozzello di rinvio dei cavi di sollevamento.
I ganci si aprono per effetto del peso del carrello, togliendo la spina di blocco solidale con due attuatori idraulici; gli attuatori fanno parte di un circuito idraulico chiuso che ne assicura la contemporaneità di azionamento. L'apertura è comandata da un cilindro pompa posto in serie agli attuatori a formare un anello chiuso.
Le spine di blocco sono dotate di un dispositivo di sicurezza che ne impedisce lo sfilo accidentale. Il blocco di sicurezza è attivato per mezzo di elettrocilindri, per cui è possibile il reinserimento della sicura in qualsiasi momento.
Il comando di sfilo delle spine di blocco proviene da un accumulatore idraulico, sia nel caso di caduta libera, sia nel caso di utilizzo del sistema di accelerazione del carrello.

4.2.2 Sistema di aggancio/rilascio dell'oggetto di prova

Il Sistema di Aggancio/Rilascio dell'oggetto di prova (SAR) è l'insieme dei componenti che:
- Garantisce il fissaggio dell'AP alla grande macchina;
- Assorbe i carichi statici e dinamici introdotti dall'AP;
- Permette il distacco dell'oggetto di prova dal carrello qualche istante prima dell'inizio della frenata di quest'ultimo.

Il SAR varia con il tipo di oggetto di prova. Alcuni concetti base sono, comunque, mantenuti per ogni tipo di prova:
- struttura di fissaggio al carrello;
- struttura di sostegno e selle;
- dispositivo di aggancio e rilascio dell'AP;
- dispositivo di comando dell'apertura della pinza.

4.2.2.1 Struttura di fissaggio al carrello

La struttura di fissaggio al carrello consiste in un telaio metallico a traliccio, fissato, da una parte, al grande carrello tramite piastre e terminante, dall'altra parte, con quattro gambe, alle quali è montata la struttura di sostegno. La struttura di fissaggio al carrello sostiene l'articolo di

prova e permette di ottenere e mantenere per esso gli assetti voluti. Detta struttura viene fissata al carrello nella fase di predisposizione dell'impianto. Sono disponibili due strutture: una per prove ad angoli del portale compresi tra 50° e 90° ed assetti praticamente nulli, l'altra per angoli compresi tra 10° e 50° ed assetti praticamente nulli. La Fig. 11 si riferisce alla struttura per alti angoli.

Fig. 11: Struttura di fissaggio per alti angoli

4.2.2.2 Struttura di sostegno e selle

La struttura di sostegno e selle (Fig. 12) è costituita da un telaio che, mediante quattro piastre di supporto, è collegato alla struttura di fissaggio prima descritta. Ad esso è fissato, tramite bulloni, il sistema di pinze che costituisce il dispositivo di aggancio e, solidale ad esso, il relativo perno di comando di apertura delle pinze.

Fig. 12: Struttura di sostegno e selle

La struttura di sostegno e selle svolge, pertanto, le seguenti funzioni:

- evita che l'AP oscilli attorno alla sua posizione nominale nelle fasi che precedono il completo rilascio;
- assorbe eventuali reazioni dovute a sbilanciamenti, sia in fase statica, sia dinamica; ciò anche mediante adeguate forze di aderenza tra selle ed oggetto di prova, attraverso un precarico assiale nel sistema pinze;
- trasferisce i carichi dovuti al peso dell'AP alla struttura di fissaggio al carrello, attraverso il sistema pinze che è fissato su di esso.

4.2.2.3 Dispositivo di aggancio e rilascio dell'oggetto di prova

Il dispositivo di rilascio dell'articolo di prova (sistema pinze, Fig. 13) è costituito da un sistema in serie di due perni filettati che da un lato è solidamente fissato all'AP (saldato, avvitato o bullonato) e dall'altro termina con una testa a parallelepipedo sulla quale si innesta la pinza. Quest'ultima è tenuta in posizione chiusa, oltre che dal peso dell'oggetto di prova, anche dalla presenza di un perno che termina con un occhiello. Il sollevamento di tale perno permette l'apertura delle pinze e, quindi, il rilascio dell'AP. Il dispositivo di aggancio e rilascio dell'oggetto di prova svolge, pertanto, le seguenti funzioni:

- sostiene l'AP e trasferisce alla struttura di fissaggio al carrello i carichi dovuti al peso, attraverso il sistema di sostegno e selle, cui è fissato;
- crea una forza assiale che dà luogo alle forze di aderenza;
- rilascia l'AP mediante l'apertura delle pinze.

4.2.2.4 Dispositivo di comando dell'apertura della pinza

Il dispositivo di comando dello sgancio (Fig. 14) è basato su un principio di funzionamento completamente meccanico (a cavi).
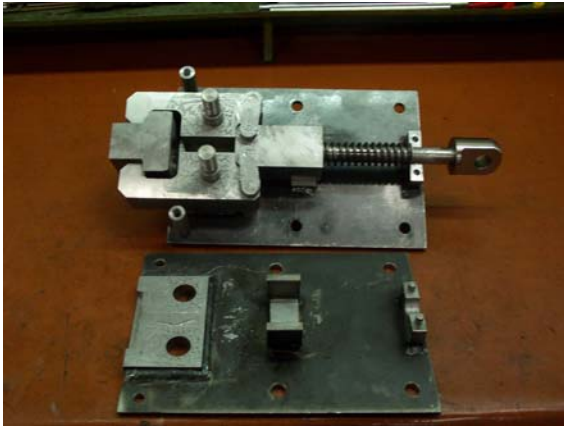
Fig. 13: Dispositivo di aggancio e rilascio dell'oggetto di prova – Sistema Pinze

Esso, infatti, è costituito da una catena di componenti fissata al carrello di crash che, da un lato, inizia con il capo del cavo collegato all'occhiello dell'insieme pinza, dall'altro, durante la discesa del carrello di crash, incontra sul piedritto del portale un adeguato profilo (camma) sul quale scorre tramite un ruotino, provocando un opportuno spostamento trasversale di tale braccio. L'altro braccio al quale è collegato il cavo menzionato comanda l'apertura della pinza. L'inserimento di opportune molle nella catena di comando fornisce la giusta tensione nella catena stessa, per dare prontezza di comando.

Fig. 14: Dispositivo di comando dell'apertura della pinza

4.3 SISTEMA DI ACCELERAZIONE

Il sistema di accelerazione (Fig. 15) serve ad accelerare sia il carrello della macchina di impatto, sia il carrello della macchina di ammaraggio/atterraggio. Esso consente di raggiungere la velocità richiesta allorquando la componente dell'accelerazione di gravità lungo il piano del portale sia insufficiente a tale scopo.

Il sistema è attivato da un pistone pneumatico che agisce in trazione su due funi, con una corsa di circa 10 m; la corsa è amplificata di un fattore 2 mediante carrucole montate sul carrello di accelerazione solidale con la testa dello stelo. Nel caso di prove di ammaraggio (ditching) vi è un' ulteriore carrucola che amplifica di un fattore 4 la velocità dello stelo del cilindro di accelerazione.

Il sistema pneumatico è alimentato da due serbatoi in pressione i quali sono messi in comunicazione con la camera dell'attuatore pneumatico attraverso quattro valvole ad apertura rapida Herion montate in parallelo su un collettore. Adeguati sistemi di sicurezza impediscono una partenza accidentale anche, nell'evenienza di guasti.

La trazione totale esercitata dalle due funi è tale da accelerare il carrello crash fino alla velocità massima prevista di 20 m/s fino all'inclinazione minima del portale, pari a 5° sull'orizzontale, od il carrello ditching fino alla velocità di 30 m/s.

Le due funi in generale si caricheranno in modo differente in funzione dell'asimmetria del carico. L'adozione, in ogni caso, delle due funi collegate all'unico attuatore assicura un vincolo cinematico al carrello che deve mantenere la perpendicolarità ai piedritti durante la sua corsa.

Il collegamento delle funi con il carrello di crash è realizzato in modo da provocare l'apertura dei due ganci di sollevamento al momento in cui la trazione di almeno uno dei due cavi raggiunge un valore prestabilito. Al momento in cui il carrello raggiunge i freni, il pistone del cilindro di accelerazione è frenato da un suo sistema di frenatura che agisce in anticipo rispetto alla frenatura del carrello; la testa dello stelo in questa fase può scorrere rispetto al carrello porta carrucole in modo che i cavi restino sempre in trazione.

Fig. 15: Sistema di Accelerazione

Per smorzare le oscillazioni innescate dall'elasticità dei cavi, ad ognuno di essi è applicato un ammortizzatore, in corrispondenza del punto di vincolo dei cavi stessi al terreno. L'impianto di aria compressa consiste di due serbatoi per una capacità totale di 10 m^3, che sono riempiti con aria fino a 30 bar. A valle dei serbatoi sono installate una saracinesca di intercettazione, le valvole ad apertura rapida ed una valvola con la doppia funzione di sicurezza e scarico della pressione residua nel cilindro. Il lancio avviene comandando l'apertura della valvole ad apertura rapida (pilotaggio elettrico). L'aria compressa arriva al cilindro in una prima camera che è posta in comunicazione con una seconda camera dove può agire sul pistone; fra le due camere è interposta un'apertura con dimensioni variabili nelle prime fasi della corsa, in modo da attenuare l'accelerazione iniziale del pistone; analoga funzione ha il volume iniziale della seconda camera. Il pistone è frenato con un dispositivo del tutto analogo al freno del carrello principale. Il ritorno del pistone deve essere assicurato insieme al ritorno del freno del carrello principale, in modo da non porre in trazione le funi di accelerazione. Il sistema di accelerazione si compone, inoltre, di due sistemi di smorzamento e di pretensionamento. Il sistema di smorzamento è di altissima importanza in quanto permette di smorzare i colpi di frusta che si scaricano sulle funi durante il funzionamento del cilindro di accelerazione. Il sistema di pretensionamento permette invece di pretensionare le funi prima della fase di run per recuperare eventuali giochi.

4.4 SISTEMI DITCHING

I dispositivi in questione sono:

- il carrello ditching utilizzato sia per prove di ammaraggio che di atterraggio) (Fig. 16)
- i binari;
- il sistema di frenatura del carrello ditching.

La velocità voluta per le prove di ammaraggio/atterraggio è ottenuta mediante la spinta del sistema di accelerazione descritto precedentemente. Il carrello "ditching" è una struttura che sostiene il modello di prova. Nello spazio di 36 m viene accelerato fino alla velocità massima di 30 m/s. Il carrello è sostenuto da pneumatici ed è guidato su una rotaia per mezzo di perni folli. Esso è frenato da una coppia di freni oleopneumatici, mentre il modello prosegue la sua corsa verso la superficie d'impatto.
Il carrello è facilmente smontabile, in modo da poter adoperare la stessa attrezzatura sia per le prove di ammaraggio, sia per quelle di atterraggio.
Una coppia di binari di lunghezza pari a 40 m costituisce le rotaie che, oltre ad assicurare la direzione del moto, impediscono il ribaltamento del carrello anche in caso di forti accelerazioni.

Fig. 16: Carrello per prove di ditching/emergency landing

Il sistema di frenatura è costituito da una coppia di cilindri collegati ad un sistema oleopneumatico in grado di arrestare il carrello alla velocità di 30 m/s nello spazio di circa 2 m. Il freno è costituito da un cilindro, un pistone, una valvola di non ritorno ed un accumulatore. All'estremità del pistone è montato, in analogia a quanto detto per i freni del carrello crash, un cilindro attenuatore avente l'effetto di smorzare l'urto fra il carrello ed il pistone e di eliminare il picco di accelerazione del pistone.

5.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Le prove di Impatto, che l'impianto LISA permette di eseguire, sono caratterizzate da oggetti di prova non solo di elevato costo ma, per lo più, addirittura unici. Ciò implica che il fallimento della prova, inteso come distruzione dell'oggetto di prova senza rilevamento o con perdita dei dati di prova, costituirebbe un notevole danno economico per il cliente e di conseguenza per CIRA. Pertanto l'impianto e le procedure ad esso associate (di controllo, manutenzione e di prova) devono garantire il non fallimento totale della prova. Il Sistema di Monitoraggio e Controllo (SMC) costituisce lo strumento fondamentale delle procedure di controllo pre/post-prova.
Esso è preposto al comando, monitoraggio e controllo della GMI e della MAA, permettendo di tenere sotto osservazione e registrare tutte le grandezze più importanti dell'impianto LISA. Le grandezze principali che vengono misurate sono:

Portale:
- Inclinazione.

Carrello:
- Posizione
- Velocità
- Accelerazione
- Deformazioni.

Sistema sollevamento portale:
- Pressioni attuatori
- Stato valvole comando
- Stato pompa

Sistema sollevamento carrello e sgancio:
- Stato verricello
- Posizione ganci
- Posizione fermi di sicurezza ganci

Sistema frenatura:
- Pressione accumulatore

Sistema accelerazione:
- Pressione serbatoio
- Pressione freno pistone
- Accelerazione pistone
- Stato valvola sicurezza serbatoio
- Stato valvola scarico pressione in Condizioni di prelancio.

In particolare la funzione del SMC si specializza a seconda della fase di esecuzione della prova. Durante la fase di Pre-Prova, esso permette il controllo degli attuatori dell'impianto e monitora le grandezze d'interesse. Durante la fase di Prova, con il SMC viene innanzitutto comandato l'angolo di portale stabilito e l'altezza del carrello. Prima del lancio, sono tenuti sotto controllo tutti i principali dispositivi dell'impianto e del SAD e SRV In fase di lancio viene monitorato ed azionato il dispositivo di sgancio, sono acquisiti i dati attraverso la sensoristica disposta sul carrello e sono abilitati e monitorati SAD e SRV. Infine, dopo il lancio, il SMC permette di raccogliere, presentare ed archiviare i dati acquisiti.

5.1 STRUTTURA DEL SMC

Il SMC dell'impianto è formato dall'integrazione dei seguenti sottosistemi:
- Unità Centrale di Sicurezza (SCU)
- Unità di Controllo e Acquisizione (ACU)
- Unità di Controllo a Terra (GCU)
- Sistema di Controllo dell'Acquisizione a Bordo (OBACS)
- Stazione di Lavoro di Controllo e Monitoraggio (CMWS)
- Sensori Statici
- Sensori Dinamici (accelerometri, estensimetri)
- Software

5.1.1 Unità Centrale di Sicurezza

L'Unità Centrale di Sicurezza (Fig. 17), ubicata in Control Room, fornisce l'abilitazione a procedere e l'abilitazione ad armare il sistema di sgancio, dallo start del lancio fino al segnale di sgancio. Essa effettua una serie di controlli sui principali dispositivi dell'impianto tali che, in caso di rilievo di anomalie, il comando di sgancio venga interdetto. L'unità è predisposta a recepire segnali di sensori dislocati in tutto il LISA ed alla implementazione di una logica che, in caso di valore non consentito di tali segnali, il lancio venga interdetto.

Fig. 17: Unità Centrale di sicurezza

5.1.2 Unità di Controllo dell'Acquisizione

L'ACU (Fig. 18), ubicata in Control Room, ha il compito di gestire la parte di controllo automatico dell'impianto.
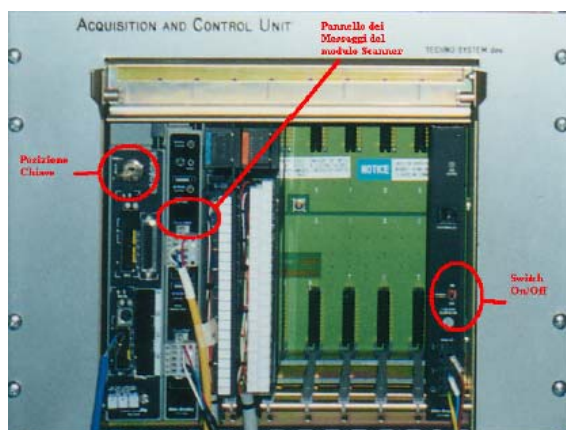
Fig. 18: Unità di Controllo dell'acquisizione

Essa è composta da un PLC-5/40, una rete DeviceNet e cinque LIU (unità d'interfaccia locale) che permettono l'interazione con una serie di sensori installati sull'impianto.
La comunicazione con i moduli I/O installati nelle varie LIU è permessa da un modulo scanner presente nella rete DeviceNet che riporta lo stato della rete segnalando eventuali errori. Inoltre sono installati anche due sensori FRABA per il rilevamento della posizione angolare del portale di crash ed una coppia di sensori per il controllo di eventuali disallineamenti dei gruppi Jacking System lungo i binari del portale.

5.1.3 Unità di Controllo a Terra

La GCU (Fig. 19), ubicata in Control Room, ha il compito di gestire alcune funzionalità dell' OBACS, in particolare l'alimentazione, permettendone l'accensione e lo spegnimento e la scelta del tipo di alimentazione da utilizzare (esterna tramite Umbilical o batterie presenti in OBACS). Inoltre segnala la connessione del cavo Umbilical, il reset della CPU di bordo e disabilita tutti i comandi inviati ad OBACS.

Fig. 19: Unità di Controllo a Terra

5.1.4 Sistema di Controllo Acquisizione a Bordo

Il Sistema di Controllo dell'Acquisizione a Bordo (Fig. 20) è un'unità elettronica completamente customizzata; è alloggiata in un contenitore metallico che consente di resistere ai fortissimi impatti cui viene sottoposto il carrello. Esso acquisisce e salva i dati provenienti dai sensori posti a bordo del carrello e sul portale, gestisce il sistema di sgancio del carrello di crash, gestisce i sistemi di sicure del carrello e delle valvole di sgancio.

Fig.20: Sistema di Controllo Acquisizione a Bordo

5.1.5 Stazione di lavoro di Controllo e Monitoraggio

La CMWS, ubicata in Control Room, gestisce l'integrazione dei vari sottosistemi componenti il SMC, le varie procedure di controllo dell'impianto e archivia i dati organizzati in opportuni Data Base.
Su di essa è installato il Software HMI attraverso il quale l'utente può interagire con l'impianto, controllando la corretta esecuzione delle prove.

5.1.6 Sensori Statici

I sensori statici hanno la funzione di monitorare i vari parametri dell'impianto durante la fase di movimentazione e durante la fase di esecuzione della prova. Essi sono sia analogici sia digitali e vengono gestiti dal SMC tramite l'unità di controllo e acquisizione dati e OBACS. I sensori sono collegati ad unità d'interfaccia locale. I valori rilevati dai sensori sono visualizzati in Control Room.

5.1.7 Sensori Dinamici

I sensori dinamici sono posti sul carrello crash e sul portale e i relativi segnali sono acquisiti tramite OBACS. La loro funzione è di acquisire informazioni per il confronto e l'aggiornamento dei modelli di calcolo. Inoltre essi consentono di monitorare le parti dell'impianto maggiormente sollecitate durante l'esecuzione di una prova. Sull'impianto sono installate sia stazioni accelerometriche, sia estensimetriche. Gli accelerometri impiegati hanno un fondo scala che varia tra 1 e 30 g, a seconda del posizionamento del sensore. Gli estensimetri utilizzati, invece, misurano sollecitazioni di vario genere, come la flessione del piano (piedritto e traversa), trazione e compressione (carrello crash). I sensori, a fine prova, consentono di avere una mappa dettagliata di tutti i parametri di riferimento acquisiti.

Fig. 21: Installazione estensimetri su sub-floor per water impact test.

5.1.8 Software

Il software di gestione dell'impianto LISA ha il compito di gestire tutta la parte automatizzata del sistema, consente l'acquisizione dei segnali di interesse ai fini della prova, monitora e registra i parametri di riferimento manutentivi dell'impianto. Esso si articola mediante finestre che consentono le manovre di movimentazione, il posizionamento dell'impianto e del carrello di crash e l'esecuzione della prova. Ovviamente consente di modificare tutti i parametri di riferimento in funzione della prova da effettuare.

6.0 STRUMENTAZIONE DI PROVA

Per l'acquisizione delle informazioni sperimentali, LISA è equipaggiata con la seguente strumentazione di prova:

- Sistema Acquisizione Dati a bordo dell'oggetto di prova
- Sistema di Ripresa Veloce;

- Sistema di misura dei parametri di prova
- Manichini antropomorfi.

6.1 SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI A BORDO

L'acquisizione dei dati sull'oggetto di prova durante l'impatto viene effettuata utilizzando tre unità indipendenti, denominate PMS10 (Fig. 22).
Ciascuna unità, che gestisce fino a 132 canali, è costituita da differenti moduli così assortiti:

- Moduli di condizionamento sensori e ingresso segnali analogici (4 ch. per modulo);
- Modulo di conversione analogica-digitale a 12 bit, generazione trigger, sincronizzazione;
- Modulo controller di comunicazione seriale RS485;
- Modulo di bufferizzazione e memorizzazione di 4 Mbyte (memoria statica);
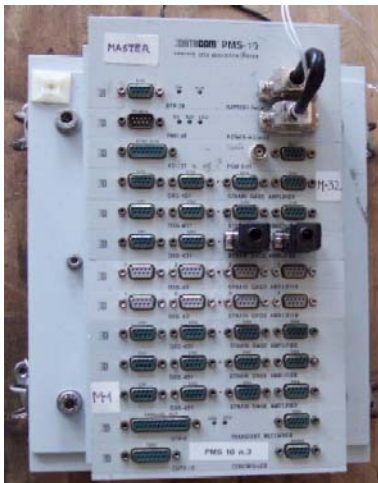
Fig. 22: SAD - Unità imbarcabile

- Modulo di alimentazione (28 V dc) da sorgente esterna;
- Modulo di alimentazione a batteria interna ricaricabile con autonomia fino a 20 minuti.

I dati vengono acquisiti impostando per tutti i canali una frequenza di taglio di 1650 Hz ed una frequenza di campionamento pari a 10 kHz, secondo la norma SAE J211.
I parametri di configurazione vengono impostati su un PC e scaricati al sistema PMS10 attraverso il link seriale RS485.
A corredo del PMS10 si utilizza un decoder "bit sinchronizer" per la sincronizzazione della "base tempi" sull'uscita digitale, che è in standard PCM. Il segnale dal bit-sync viene poi trasferito ad un PC di visualizzazione ed elaborazione/ingegnerizzazione dei dati.
Le caratteristiche principali del SAD sono di seguito riassunte:

- Alimentazione: 28 V dc +/- 4V
- Shock: > 100 g per 11 msec
- Accelerazioni: < 20 g
- Canali disponibili: 96 canali in totale
- Trasduttori utilizzabili: differenziali, strain gauges, termocoppie e termoresistenze, sensori di pressione, accelerometri
- Frequenza di campionamento:10 kHz

6.2 SISTEMA DI RIPRESA VELOCE

Il SRV è basato su due videocamere digitali Phantom con velocità di ripresa fino a 4000 fps, risoluzione 512x512 pxl e da due videocamere Kodak Ekta RO Imager con velocità fino a 1000 fps e risoluzione di 512x512 pxl. Tali telecamere, rispondenti in pieno alle esigenze "crash resistant", possono essere imbarcate sull'AP o utilizzate da terra. Possono essere gestite da un computer portatile attraverso il quale si possono programmare con gli appositi software dedicati. Si elaborano, poi, i filmati, convertendo quanto acquisito nella maggior parte dei formati video di uso sia comune, sia professionale. Esse sono dotate di dispositivi di "arming" e "triggering" controllabili a distanza. Si utilizza, inoltre, un'ulteriore videocamera Canon di tipo semiprofessionale per riprese a velocità normale, al fine di monitorare la prova da angoli altrimenti non visibili o da aree non accessibili durante la fase di test.

6.3 SISTEMA DI MISURA DEI PARAMETRI DI PROVA

6.3.1 Goniometro digitale per la misura degli assetti e dell'angolo portale

Per la misura degli assetti degli AP e dell'angolo del portale si utilizza un preciso strumento a livella elettronica di tipo Digital Protractor PRO 3600.
Il principio di funzionamento di questo strumento si basa su di un sensore angolare contenente un liquido; lo spostamento angolare della livella causa un conseguente spostamento del liquido contenuto nel sensore, che accuserà una variazione delle proprie caratteristiche elettriche. Questo fenomeno si traduce, poi, in una lettura sul display LCD dei relativi gradi angolari fino ad un massimo di 360 ° sessagesimali.

6.3.2 Cella di carico per la misura del peso

Il peso degli AP viene misurato con apposito sistema a cella di carico. Il sensore viene interposto tra l'oggetto di cui misurare il peso e il gancio di sollevamento. Il segnale in uscita alla cella sarà proporzionale alla variazione delle caratteristiche meccaniche e quindi elettriche della cella. Tale segnale viene poi ricevuto da un apposito amplificatore munito di display sul quale si rileva la lettura finale del peso dell'oggetto.

6.3.3 Goniometro per la misura dell'angolo del portale

L'angolo del portale viene misurato con un sistema ad encoder rotativo di tipo ottico. Il segnale viene poi ricevuto da un amplificatore/condizionatore e visualizzato sul PC del SMC.

6.3.4 Tachimetro per la misura della velocità del carrello

Per la misura della velocità del carrello al rilascio, viene utilizzato un sistema di cronometraggio multicanale della Tag Heuer tipo Precision Time Base PTB 605 V. 13.
Tale sistema è costituito da una coppia di cellule fotoelettriche attive e da una centralina di condizionamento, acquisizione e memorizzazione del segnale misurato. A corredo del sistema viene fornito un software per scaricare i dati dalla centralina suddetta. È possibile, inoltre, collegare una stampante per riportare direttamente su carta il segnale acquisito e un display per visualizzare il tutto. Le caratteristiche del sistema sono di seguito riportate:

- Numero canali input: 16
- Numero max di tempi memorizzabili: 18600 (azzeramento con funzione Reset)
- Precisione: 1/10000 sec. output stampante, 1/250000 sec. output PC
- Sistema di trasmissione dati a PC: 3 porte seriali RS 232
- Alimentazione: interna – 6 batterie da 1,5 V tipo AA (autonomia 60 h a 20°C), esterna – 12-18DC

6.4 MANICHINI ANTROPOMORFI

Allo scopo di valutare parametri di danno sull'occupante durante l'impatto, sono disponibili due manichini antropomorfi: un Hybrid II e un Hybrid III (Fig. 23) modificato secondo lo standard FAA.

Fig. 23: Hybrid III

7.0 SICUREZZA

7.1 RISCHI

Durante la normale vita operativa dell'impianto si determinano una serie di eventi potenzialmente pericolosi per le persone coinvolte, qui brevemente menzionati. I rischi, durante una campagna di prova, sono dovuti tipicamente a :

- moto relativo di grandi masse
    - ∗ sollevamento portale,
    - ∗ movimentazione oggetto di prova,
    - ∗ sollevamento carrello;
- presenza di masse sospese;
- caduta dell'oggetto di prova;
- schegge proiettate a seguito dell'impatto.
- rischio di colpi di frusta da parte delle funi di accelerazione.
- presenza sul sito di fluidi e gas in pressione.

Ai fini della sicurezza si suddivide il sito in aree contraddistinte da colori diversi:

- ZONA VERDE: zona sicura dove può raccogliersi il personale in caso pericolo;
- ZONA GIALLA: zona sicura presidiata dal personale operativo durante le operazioni di prova;
- ZONA ROSSA: zona intrinsecamente pericolosa, interdetta a tutto il personale durante le operazioni di prova.

Nelle aree critiche sono posizionate opportune indicazioni. Inoltre, durante i meeting pre-test, saranno mostrati agli utenti i possibili rischi.

7.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

I Dispositivi di Protezione Individuale in dotazione sono:

- Scarpe antinfortunistiche;
- Guanti;
- Elmetto;
- Giubbetto salvagente (per i lavori in prossimità della piscina).

7.3 PROCEDURE DI EMERGENZA

Agli utenti del LISA saranno illustrate le procedure di emergenza del CIRA. A richiesta, tutti gli operatori presenti nella zona dell'impianto potranno seguire le istruzioni del responsabile di sicurezza della team CIRA.

8.0 ORGANIZZAZIONE GENERALE DEI TEST

L'impianto, in generale, lavora 8 ore al giorno, ma, su richiesta, è possibile concordare differenti orari di lavoro con il Team LISA.
Il tempo richiesto per un singolo run dipende dal tipo di prova.
L'allestimento dell'oggetto di prova avviene in hangar, nella specifica area detta "scalo dell'articolo di prova", ove operano i tecnici LISA, che :

- equipaggiano l'oggetto di prova con i sensori necessari;
- ripristinano eventualmente le parti mancanti dell'oggetto di prova ed asportano le parti superflue;
- zavorrano l'oggetto di prova allo scopo di determinare il peso prescritto e bilanciare l'assetto del velivolo in prova.

9.0 TEAM LISA

Il team dell'impianto LISA, che può essere integrato da altre specifiche competenze disponibili al CIRA, è composto da:

- Crash Engineer
- Crash Test Engineer
- Facility & Maintance Foreman
- Control System Engineer

10.0 CIRA SITE LOGISTIC

Il CIRA si trova a Capua, in provincia di Caserta, a circa 50 Km a nord di Napoli e 200 Km a sud di Roma. Gli utenti possono raggiungere il CIRA con voli fino a Napoli (Aeroporto di Capodichino) o Roma (Aeroporto di Fiumicino).

11.0 PROCEDURA DI RICHIESTA TEST

Per effettuare test sull'impianto LISA dev'essere presentata formale richiesta al CIRA per concordare la data delle prove.
La richiesta, comprendente una descrizione del tipo di test e di articolo di prova, del periodo previsto per la prova, del numero di runs, sarà esaminata e, successivamente, sarà organizzato un meeting per discutere i dettagli dei test e la programmazione.

12.0 PUNTI DI CONTATTO

CIRA scpa
Via Maiorise s.n.c. 81043 Capua (CE)
ITALY

Il responsabile CIRA per i Laboratori Mezzi Strumentali per l'Aeronautica è:

Ing. Ludovico Vecchione
Tel: +39-0823-623918
Fax: +39-0823-969272
E-mail: l.vecchione@cira.it

Assistente di area: +39-0823-623963

Operator: +39-0823-623111
Fax : +39-0823-969272

Tel. Portineria CIRA: +39-0823-623001

13.0 BIBLIOGRAFIA

1. G.G. Trani " Descrizione generale e funzionale dell'impianto LISA" – MC-4B-CIRA-ST-0089
2. G.G. Trani "Procedura preliminare per le prove con l'impianto LISA" - MC-4B-CIRA-3-TN-0102
3. G. Caserta, V. Fiorillo, O. Minieri "LISA / Descrizione delle infrastrutture di prova" – CIRA-TN-02-384
4. "Procedure operative, manutenzione, sicurezza" – MC-4B-2837-7-AR-0088
5. "Manuale uso e manutenzione impianto LISA" – MC-4B-2837-7-AV-0087
6. N. De Pascale "Impatto strutture aerospaziali / Metodo di Prova" – CIRA-TN-02-160